

## MODEL HUBUNGAN NILAI ARUS JENUH DENGAN KECEPATAN KENDARAAN DI PERSIMPANGAN (Studi Kasus: Jl. Mesjid Raya – Jl. Veteran – Jl. Bandang Makassar)

Mashuri \*

### Abstract

*The objective of this study is to find the relationship between saturation flow and vehicle speed on the study location. Data of saturation flow and speed of vehicle were collected with a survey of traffic on the location of study..*

*Saturation flow was determined by time slice method of 5 seconds. Data of vehicle speed was calculated as a distance from stopline to the exitlane per time taken by each vehicle leaving from stopline to the exit lane.*

*The result of this study indicate that the relationship between saturation flow and vehicle speed leaving from stopline to the exitlane followed the eksponential model,  $Y = 1284,3 \cdot \ln(X) - 753,41$  ;  $R^2 = 0,942$*

**Keywords:** Saturation flow, vehicle speed, intersection, Timeslice method

### Abstrak

Tujuan studi ini adalah mendapatkan hubungan antara nilai arus jenuh dengan kecepatan kendaraan di persimpangan lokasi penelitian. Data arus jenuh dan data kecepatan kendaraan di persimpangan lokasi studi telah dikumpulkan melalui survey lalu lintas.

Data arus jenuh didapat dengan menggunakan Metode *Timeslice* per 5 detik setiap pendekatan. Data kecepatan kendaraan didapat dari jarak garis henti ke hilir persimpangan dibagi waktu yang dipakai setiap kendaraan lepas dari garis henti ke bagian hilir simpang.

Hasil studi mendapatkan bahwa hubungan arus jenuh dengan lama pengosongan persimpangan di lokasi studi mengikuti model eksponensial,  $Y = 1284,3 \cdot \ln(X) - 753,41$  ;  $R^2 = 0,942$

**Kata kunci:** Arus jenuh, Kecepatan kendaraan, Persimpangan, Metode *timeslice*.

### 1. Pendahuluan

Persimpangan merupakan bagian dari jaringan transportasi yang sering merupakan titik rawan terjadinya kemacetan dan kecelakaan lalu lintas sebagai akibat dari adanya konflik-konflik pergerakan arus.

Adanya ketidaktertiban lalu lintas seperti kendaraan yang berhenti di sembarang tempat dan aktivitas perparkiran di sekitar persimpangan telah menyebabkan berkurangnya nilai arus jenuh serta menurunnya kecepatan kendaraan yang lepas dari garis henti saat sinyal hijau menyala. Akibat dari kondisi ini telah secara

langsung menyebabkan menurunnya kinerja persimpangan (Mashuri, 2001).

Salah satu variabel penting dalam menentukan kinerja persimpangan adalah nilai arus jenuh. Arus jenuh didapat dari suatu survei yang agak rumit sehingga membutuhkan waktu dan biaya yang relatif besar.

Didasari dari pemikiran biaya dan waktu yang digunakan dalam mengestimasi nilai arus jenuh suatu persimpangan maka diperlukan suatu pendekatan praktis untuk memprediksi nilai arus jenuh dengan cepat tanpa mengeluarkan biaya yang lebih mahal.

---

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

Pada penelitian sebelumnya, didapatkan bahwa besarnya arus jenuh suatu persimpangan dipengaruhi oleh besar kecilnya lama pengosongan persimpangan oleh kendaraan terakhir lepas dari titik konflik (mashuri, 2001). Sementara lama pengosongan persimpangan juga tergantung kepada kecepatan kendaraan yang akan keluar dari daerah persimpangan. Berdasarkan hal tersebut dapat dijabari suatu model hubungan antara arus jenuh dengan nilai kecepatan kendaraan yang lepas dari garis henti saat sinyal hijau menyala. Maksud penulisan ini adalah memodelkan hubungan antara data arus jenuh dengan kecepatan kendaraan saat melintasi persimpangan disaat sinyal hijau menyala. Tujuannya adalah untuk mempermudah perhitungan arus jenuh suatu persimpangan yang kondisi geometriaknya sama dengan kondisi geometrik persimpangan yang diteliti.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Arus jenuh

Arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya arus ekivalen jam-an yang dilewatkan pada suatu pendekatan pada kondisi dimana sinyal yang berlaku dan lalu lintas jenuh. Arus jenuh biasanya diukur pada garis henti selama sinyal hijau ketika arus yang tertahan dilewatkan pada pendekatan yang diamati.

Sementara menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 bahwa arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata rata antrian di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau).

Perhitungan arus jenuh dapat dilakukan langsung di lapangan. Suatu metode dalam menghitung arus jenuh observasi yang dikembangkan oleh RRL, 1963 dari Metode Webster seperti yang tercantum dalam "Road Note 34," *A Method of measuring saturation flow at traffic signal* (Salter, 1976). Metode ini

dikenal dengan metode pengukuran arus jenuh dengan Metode *Timeslice*.

Dasar Metode Timeslice adalah membagi setiap waktu hijau kondisi jenuh per satuan waktu (misalnya per 5 detik) dan kemudian merata ratakan arus lalu lintas kondisi jenuh yang bebas dari pengaruh kehilangan waktu (*lost time*). Periode hijau adalah tampilan waktu hijau ditambah dengan waktu kuning.

### 2.2 Kecepatan lalu lintas

Kecepatan lalu lintas yang digunakan pada penelitian ini adalah kecepatan rata rata ruang (*Space Mean Speed*) yaitu Panjang penggal jalan pengamatan dibagi dengan waktu yang digunakan setiap kendaraan yang melewati panjang penggal jalan tersebut dan dihitung dengan formula 1.

$$S = L / t \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

L= panjang segmen jalan pengamatan

t= waktu yang dipakai kendaraan untuk melintasi panjang segmen jalan pengamatan

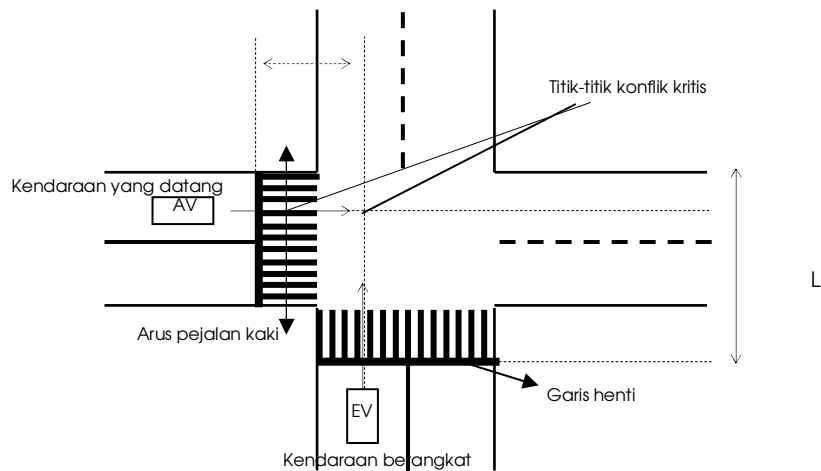
Panjang penggal jalan pada penelitian ini diambil sama dengan jarak dari tepi hilir lengan persimpangan tinjauan ke garis henti.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

### 2.3 Uji Normalitas dan Uji kecukupan data

Uji normalitas data dibutuhkan untuk menguji tentang asumsi-asumsi normal pada sebaran data arus jenuh dan kecepatan kendaraan memasuki daerah persimpangan. Uji normalitas digunakan adalah Uji Chi-Square.

Uji kecukupan data dibutuhkan untuk memeriksa banyaknya sampel data minimum yang dibutuhkan sehingga persyaratan analisa regresi terhadap data penelitian dapat digunakan.



Gambar 1. Skema pengambilan data waktu tempuh pada persimpangan

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Waktu pengambilan data

Sesuai dengan kenyataan di lokasi studi, terdapat variasi arus lalu-lintasnya. Arus lalu-lintas meningkat pada saat jam-jam sibuk dan kembali sepi setelah di luar jam sibuk. Untuk itu pengambilan data arus jenuh dan kecepatan kendaraan memasuki persimpangan dilakukan pada jam-jam puncak pagi hari dan sore hari. Jam puncak untuk pagi hari di lokasi studi mulai pukul 07.00 sampai pada pukul 11.30 dan untuk sore hari adalah pukul 13.30 sampai dengan pukul 16.00.

#### 3.2 Metode pengambilan data arus jenuh

Data arus jenuh di lokasi persimpangan yang diteliti dilakukan dengan cara merekam arus lalu lintas di pendekat simpang dengan menggunakan kamera video. Selanjutnya dari hasil rekaman tersebut ditampilkan kembali di layar televisi kemudian dipilih siklus-siklus yang jenuh dan saat panjang antrian minimal 50 meter dari garis henti. Setelah itu untuk menghitung arus jenuhnya, maka setiap siklus hasil kompilasi tadi dibagi ke dalam timeslice 5 detik. Kemudian Data arus jenuh tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam lima kategori

yang berdasarkan kepada tingkat gangguan simpang berupa ada tidaknya kendaraan parkir.

#### 3.3 Metode pengumpulan data Kecepatan kendaraan memasuki persimpangan

Pengumpulan data kecepatan kendaraan memasuki persimpangan yang berangkat dari garis henti dilakukan dengan menggunakan kamera video.

Pengumpulan data kecepatan kendaraan memasuki persimpangan dilakukan bersesuaian dengan siklus siklus saat pengumpulan data arus jenuhnya serta tingkat gangguannya.

#### 3.4 Pekerjaan di lapangan

Adapun langkah-langkah yang ditempuh untuk pengambilan data arus jenuh dan kecepatan kendaraan memasuki persimpangan di lokasi studi adalah:

- 1) Pekerjaan persiapan di lapangan meliputi pemasangan garis dengan cara menempel plaster ban di permukaan sisi kerb jalan selebar 10 cm untuk menandai jarak-jarak parkir oleh kendaraan yaitu 21,5m ; 31,5m ; 41,5m; 51,5m ke garis henti.
- 2) Perekaman data flow/ arus lalu-lintas pada suatu persimpangan bersinyal

untuk kondisi tingkat gangguan tertentu berupa adanya kendaraan parkir dan tidak terdapat kendaraan parkir. Diusahakan dalam pengambilan gambar ini waktu pergantian sinyal lampu lalu-lintas dapat terekam dengan jelas sehingga waktu awal dan akhir suatu siklus dapat diketahui dengan tepat.

### 3.5 Pekerjaan laboratorium

Kompilasi dan reduksi data observasi merupakan tahap pekerjaan di laboratorium yang meliputi:

- 1) Hasil rekaman kamera video diputar kembali di video player yang disambungkan ke layar monitor tv.
- 2) Selanjutnya dari layar monitor tv ini diamati dengan seksama siklus mana saja yang memenuhi ketentuan untuk mendapatkan data arus jenuh dan kecepatan kendaraan memasuki persimpangan.
- 3) Cara mendapatkan survey arus jenuh dilakukan dengan menggunakan Metode Timeslice 5 detik dan data kecepatan kendaraan meninggalkan garis henti (memasuki persimpangan) dilakukan dengan mencatat waktu tempuh setiap kendaraan dari garis henti ke hilir persimpangan untuk setiap fase yang jenuh dengan panjang antrian  $> 50\text{m}$ .
- 4) Setelah data waktu tempuh setiap kendaraan di dapatkan maka kecepatan kendaraan yang memasuki persimpangan dapat diestimasi dengan cara membagi

jarak tempuh kendaraan dari garis henti ke hilir persimpangan dengan waktu tempuh yang telah didapat sebelumnya.

## 4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data geometrik dan data pengaturan fase pergerakan  
Data Persimpangan Jl. Veteran – Jl. Bandang – Jl. Mesjid Raya Kota Makassar:

- Lebar pendekat  $W_A = 8,90\text{ m}$
- Tidak ada Lajur belok kiri langsung (LTOR)
- $W_{MASUK} = 8,90\text{ m} - 2,90\text{ m} = 6,0\text{ m}$ .
- $W_{KELUAR} = 8,90\text{ m}$ .
- $W_e = W_{Masuk} = 6,0\text{ m}$

Banyak fase yang mengatur prioritas pergerakan lalu-lintas di lokasi ini terdiri atas 3 (tiga) fase. Fase pergerakan dan pengaturan waktu sinyal yang ada di lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 2.

### 4.2 Data arus jenuh

Jumlah siklus arus jenuh yang dibutuhkan untuk tujuan proses analisis didapatkan dari perhitungan sampel minimum sebanyak 33 siklus. Penyajian data arus jenuh yang didasarkan kepada kondisi gangguan di sajikan dalam tabel 1.

4.2 Data kecepatan kendaraan memasuki persimpangan  
Data kecepatan kendaraan memasuki persimpangan disajikan pada Tabel 2.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
<b>U</b> ↑			
	Hijau= 47 detik Kuning= 3 detik Merah= 57 detik	Hijau= 17 detik Kuning= 3 detik Merah= 87 detik	Hijau = 45 detik Kuning= 3 detik Merah= 59 detik

Gambar 2. Pengaturan Fase Pergerakan di Lokasi Studi

Tabel 1. Data arus jenuh untuk berbagai kategori gangguan

<b>Arus jenuh berdasarkan kondisi gangguan</b>					
<b>No.</b>	<b>Kondisi I</b>	<b>Kondisi II</b>	<b>Kondisi III</b>	<b>Kondisi IV</b>	<b>Kondisi Tanpa gangguan</b>
1	2601	3114	3330	3222	3627
2	2538	2979	2979	3267	3528
3	2403	2664	3177	3393	3663
4	2394	2781	3033	3312	3708
5	2610	2808	3204	3177	3564
6	2340	2781	3285	3258	3645
7	2736	2970	2943	3195	3483
8	2619	2871	3168	3294	3726
9	2421	2772	3060	3366	3663
10	2583	3069	3105	3204	3627
11	2421	2745	3186	3303	3744
12	2637	2745	3303	3420	3699
13	2610	2979	3114	3132	3762
14	2484	3051	2907	3348	3465
15	2592	2727	3015	3222	3609
16	2601	2817	3105	3447	3582
17	2754	2943	3060	3177	3429
18	2556	2916	3078	3348	3465
19	2664	2745	3132	3051	3474
20	2538	2961	3168	3132	3501
21	2547	2826	3033	3177	3456
22	2646	3123	2988	3114	3312
23	2763	2943	3015	3132	3600
24	2610	2979	2889	3438	3546
25	2547	2853	2943	2898	3636
26	2565	2772	3060	3087	3528
27	2583	2844	3033	3168	3699
28	2583	2880	2772	3186	3618
29	2637	2943	2979	3141	3411
30	2664	2835	2952	3105	3474
31	2520	2853	3078	3168	3492
32	2457	3123	2808	3042	3402
33	2529	2880	3204	3177	3546

Sumber: Mashuri (2001)

Tabel 2. Data kecepatan kendaraan meninggalkan garis henti di persimpangan lokasi studi, (km/jam)

No.	Lama Pengosongan persimpangan (defik)			
	Kategori I	Kategori II	Kategori III	Kategori III
1	14,1	18,6	19,8	27,0
2	12,9	15,6	21,2	22,8
3	11,9	14,9	17,5	21,2
4	15,6	13,5	18,6	27,0
5	11,9	19,8	15,6	24,8
6	13,5	16,5	17,5	22,8
7	13,5	14,9	24,8	24,8
8	16,5	17,5	17,5	29,7
9	11,9	14,1	16,5	18,6
10	14,1	14,9	18,6	21,2
11	16,5	15,6	19,8	24,8
12	13,5	19,8	17,5	22,8
13	12,9	17,5	18,6	24,8
14	15,6	12,9	17,5	27,0
15	15,6	16,5	18,6	29,7
16	11,9	19,8	18,6	19,8
17	11,9	14,9	19,8	24,8
18	12,4	13,5	18,6	21,2
19	12,9	14,9	22,8	17,5
20	16,5	12,9	24,8	19,8
21	14,9	19,8	24,8	22,8
22	14,1	13,5	19,8	18,6
23	13,5	15,6	21,2	24,8
24	17,5	16,5	17,5	18,6
25	11,9	17,5	19,8	19,8
26	12,9	14,1	16,5	21,2
27	14,9	17,5	17,5	19,8
28	13,5	14,9	22,8	21,2
29	17,5	19,8	21,2	29,7
30	17,5	14,1	19,8	19,8
31	14,9	14,9	19,8	17,5
32	11,9	13,5	17,5	19,8
33	12,9	14,9	18,6	17,5
Total	463,4	524,9	640,5	743,0
Rerata	14,0	15,9	19,4	22,5

Sumber: Hasil analisis

#### 4.3 Uji normalitas sebaran data arus jenuh dan data Kecepatan kendaraan di persimpangan

Uji normalitas diperlukan untuk mengetahui gambaran secara statistika data arus jenuh dan kecepatan kendaraan yang memasuki persimpangan apakah data tersebut mengikuti pola distribusi normal atau tidak. Anggapan bahwa data

mengikuti pola distribusi normal dapat diuji dengan Uji Chi- kwadrat. Alasan untuk menerima atau menolak asumsi normal ditunjukkan oleh nilai  $X^2_{Hitung}$  dan  $X^2_{Tabel}$ . Bila nilai  $X^2_{Hitung} < X^2_{Tabel}$  maka cukup menjadi alasan untuk menerima asumsi normal.

Hasil uji normalitas data arus jenuh disajikan dalam Tabel 4. Sementara uji normalitas data

kecepatan kendaraan saat memasuki persimpangan disajikan dalam Tabel 5.

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 terlihat bahwa  $X^2_{hitung} < X^2_{(0,05; df)}$  sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi pola sebaran data arus jenuh dan kecepatan kendaraan sesaat setelah memasuki persimpangan mengikuti distribusi normal dapat diterima.

Tabel 4. Rangkuman Uji normalitas Data arus jenuh

Kondisi i	df	$X^2_{hitung}$	$X^2_{tabel}$ $\alpha=0,05$
Kondisi tanpa gangguan	25	4,030	37,652
Kondisi I	22	6,727	33,924
Kondisi II	21	7,667	32,671
Kondisi III	21	6,333	32,671
Kondisi IV	24	10,182	36,415

Sumber: hasil olahan oleh SPSS, 2001

Tabel 5. Rangkuman Uji normalitas Data Kecepatan kendaraan sesaat setelah memasuki persimpangan

Kondisi i	df	$X^2_{hitung}$	$X^2_{tabel}$ , $\alpha=0,05$
Kondisi I	8	6,545	15,507
Kondisi II	8	8,727	15,507
Kondisi III	7	12,818	14,067
Kondisi IV	7	3,1210	14,0670

Sumber: hasil olahan SPSS, 2001

#### 4.4 Uji signifikansi

Uji signifikansi yang dipakai adalah Uji-t. Uji signifikansi dimaksudkan untuk menentukan apakah data arus jenuh dan data kecepatan kendaraan saat meninggalkan garis henti memasuki persimpangan terdapat pengaruh timbal balik. Perhitungan Uji-t untuk melihat hubungan timbal balik data kecepatan kendaraan dengan data nilai arus jenuh dan dikembangkan hipotesa sebagai berikut:

Uji Hipotesa pada  $\alpha=5\%$ :

$H_0$ ; Tidak terdapat hubungan antara Kecepatan kendaraan memasuki persimpangan dengan arus jenuh persimpangan pada lokasi studi.

$H_1$ ; Terdapat hubungan antara kecepatan kendaraan saat memasuki persimpangan dengan nilai arus jenuh persimpangan pada lokasi studi.

Dengan menggunakan rumus koefisien korelasi Pearson didapat  $r = 0,957$  sehingga:

$$t_{hitung} = 5,714$$

Sementara  $t_{tabel}$  Pada  $\alpha=0,05$  dan  $df=3$  didapat:

$$t_{tabel} = 2,353$$

Karena  $T_{hitung} > T_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, berarti terdapat hubungan/pengaruh antara data arus jenuh dengan kecepatan kendaraan meninggalkan garis henti memasuki persimpangan di lokasi studi.

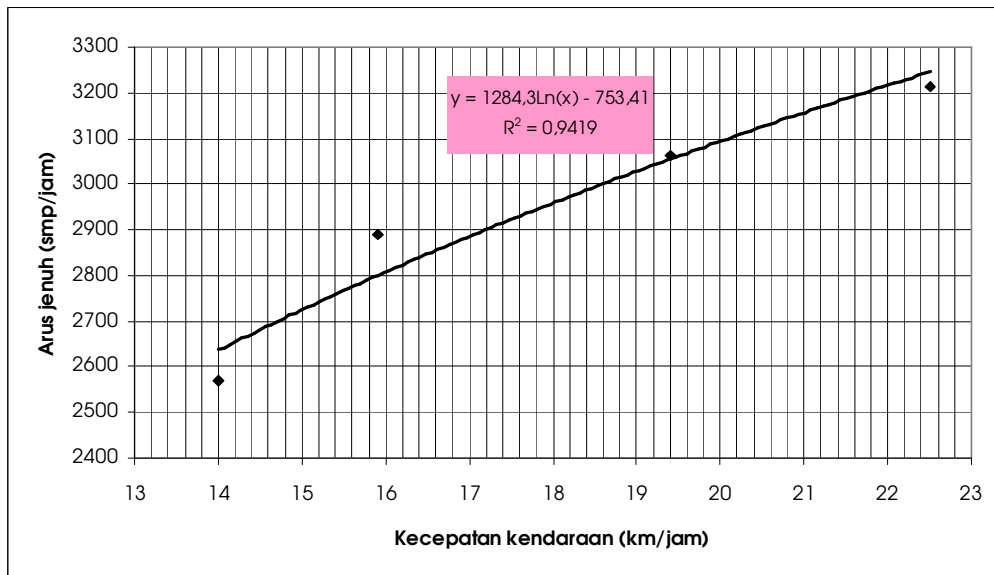
#### 4.4 Pemilihan Model Hubungan antara Kecepatan Kendaraan saat setelah memasuki persimpangan dengan Nilai arus jenuh

Setelah tahap uji statistika selesai maka langkah selanjutnya adalah mencari model hubungan yang cocok dan logis untuk menggambarkan hubungan antara nilai arus jenuh dengan kecepatan kendaraan meninggalkan garis henti memasuki persimpangan lokasi studi.

Memilih model matematis yang paling sesuai dilakukan dengan cara memperhatikan nilai  $R^2$ -nya serta bentuk grafik yang lebih logis (*reasonable*). Adapun model terpilih yang menggambarkan hubungan arus jenuh dengan kecepatan kendaraan saat setelah meninggalkan garis henti memasuki persimpangan dengan arus jenuh di lokasi studi mengikuti Model Logaritma sebagai berikut:

$$Y = 1284,3 \cdot \ln(X) - 753,41 ; R^2=0,942$$

Dan digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Kecepatan kendaraan melintasi persimpangan dengan nilai arus jenuh pada lokasi studi

Dari Gambar 3 tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin besar kecepatan kendaraan saat setelah meninggalkan garis henti memasuki persimpangan akan cenderung menyebabkan meningkatnya nilai arus jenuh mendekati arus jenuh dalam kondisi idealnya, yaitu 3569 smp/jam hijau (Metode MKJI, 1997). Hal ini juga menggambarkan bahwa semakin besar hambatan di sekitar kaki persimpangan akan berpotensi menurunkan kecepatan kendaraan saat memasuki persimpangan yang berakibat kepada jumlah kendaraan yang bisa terlepas dari garis henti saat fase hijau berlangsung pada pendekat bersangkutan menjadi sedikit.

Ini juga berarti headway antar kendaraan menjadi lebih besar dibanding kondisi tanpa adanya gangguan disekitar pendekat persimpangan.

Dengan demikian semua jenis gangguan yang berpotensi menurunkan kecepatan kendaraan di persimpangan pada jam jam sibuk harus dielemisir seminimal mungkin, seperti berusaha membersihkan

kegiatan kegiatan disekitar kaki simpang, mengurangi banyaknya kendaraan kendaraan tidak bermotor beroperasi disekitar persimpangan tersebut pada saat jam jam sibuk sebab kendaraan kendaraan tidak bermotor merupakan salah satu jenis hambatan samping (MKJI 1997).

Untuk mengestimasi nilai arus jenuh di lokasi studi maka model hubungan arus jenuh dengan kecepatan kendaraan saat setelah meninggalkan garis henti memasuki persimpangan (gambar 3) dapat digunakan sampai batas arus jenuh ideal persimpangan yang diteliti.

## 5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

- 1) Model hubungan Kecepatan kendaraan sesaat setelah meninggalkan garis henti dengan nilai Arus jenuh mengikuti Model Eksponensial:  

$$Y = 1284,43 \cdot \ln(X) - 753,41 ; R^2 = 0,942$$
- 2) Menurunnya kecepatan kendaraan saat setelah meninggalkan garis henti akan menyebabkan nilai arus



jenuh persimpangan pada lokasi studi menjadi turun.

- 3) Model yang telah didapatkan dapat digunakan untuk mengestimasi secara praktis nilai arus jenuh persimpangan yang diteliti selama kondisi geometrik persimpangan dan kondisi arus lalu lintas mirip atau identik dengan kondisi saat penelitian ini dilakukan.

## 6. Daftar Pustaka

- Algifari, 1987, *Statistika Induktif untuk Ekonomi dan Bisnis*, UPP Akademi Manajemen Perusahaan YKPN, Yogyakarta.
- Direktorat Bina Jalan Kota (Binkot), 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Sweroad dan PT. Bina Karya (Persero), Jakarta.
- Institute of Transportation Engineer, 1994, *Manual of Transportation Engineering Studies*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Mashuri, 2001, *Pengaruh Kendaraan Parkir di Exit-lane Terhadap Arus Jenuh Persimpangan Bersinyal*, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Indonesia. (Unpublished).
- May, A. D., 1990, *Traffic Flow Fundamentals*, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Salter, R. J., 1976, *Highway Traffic Analysis and Design, Revised edition*, The Macmillan Press Ltd., London.